

блока теплообменного аппарата, схема которого показана на рис.2. Результаты такого расчёта представлены на рис. 4.

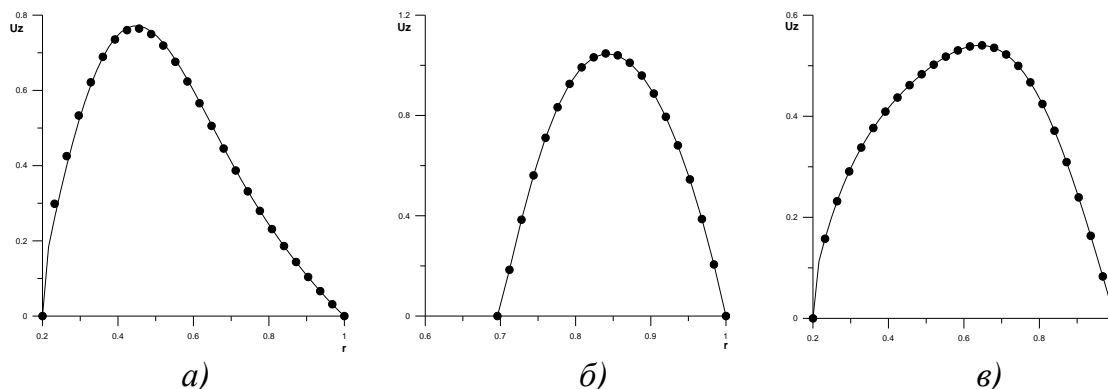


Рис. 6. Распределение аксиальной составляющей скорости в сечениях:
 а) В-В и С'-С'; б) D-D и E'-E'; в) С-С и D'-D'.

●●● – расчет скорости U_z для схемы, показанной на рис.2
 — — — — — расчет скорости U_z в теплообменном аппарате (рис.1) для 2-го элемента

Достоверность результатов расчёта подтверждается сравнением распределений температуры и аксиальной составляющей вектора скорости на основе предложенных методов расчёта. Результаты такого сравнения показаны на рис. 5.

Список литературы

1. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа.- 6-е изд., испр. и доп.-М.: Наука, 1987.
2. Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т.1/Пер. с англ. под ред. О.Г. Мартыненко и др. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 549 с.
3. Роуч П. Дж. Вычислительная гидродинамика. М.: Мир, 1980
4. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. М.: Энергоатомиздат, 1984.-150 с.

УДК 53

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВНЕШНЕЙ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА СТАЦИОНАРНОЕ СДВИГОВОЕ ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Шабловский О.Н.

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого
 г. Гомель, Беларусь

E-mail: shablovsky-on@yandex.ru

В докладе представлены результаты исследования плоских стационарных течений несжимаемых жидкостей двух типов: вязкой ньютоновской и жидкости с релаксирующими вязкими напряжениями. Это объ-

ясняется тем, что локально–неравновесные (релаксационные) свойства турбулентных сдвиговых течений описываются уравнением Хинце-Лойцянского, которое имеет своим «метагидродинамическим» аналогом реологическое уравнение состояния жидкости Максвелла – Олдройда. Внешняя сила сопротивления $F = -\zeta v$ дает возможность моделировать периодические течения в тонких слоях жидкости, вихревые структуры в задачах промышленной экологии и прикладной геофизики, тепломассоперенос при выращивании кристаллов и др. Коэффициент сопротивления ζ является четной функцией скорости: $\zeta = \zeta(v^2, T)$, $\partial\zeta/\partial(v^2) > 0$. Температурная зависимость коэффициента сопротивления коррелирует с термовязкими свойствами жидкости. А именно: вариант $\partial\zeta/\partial T < 0$ соответствует вязкости l – типа, $\partial\mu/\partial T < 0$; вариант $\partial\zeta/\partial T > 0$ соответствует вязкости g – типа, $\partial\mu/\partial T > 0$. На этой основе различаем g и l типы сопротивления (g – gas, l – liquid). Рассматриваем процессы, для которых можно пренебречь выделением тепла за счет вязкой диссипации энергии. Изучаем течение вида $v_1 = u(y)$, $v_2 \equiv 0$, $p = p(y)$, $T = T(y)$, где $v = v(v_1, v_2)$ – вектор скорости; p – давление; $x_1 = x$, $x_2 = y$ – декартовы координаты. В работе получены новые классы аналитических решений, определяющих движение вязкой жидкости с источниками импульса и энергии. Цель исследования: 1) изучить свойства вихревого поля и производство энтропии в сдвиговом потоке жидкости, испытывающем нелинейное воздействие внешнего сопротивления; 2) проанализировать закономерности формирования периодического течения в условиях конкурентного взаимодействия двух источников импульса. Сформулируем основные результаты.

Изотермическое течение. При экспериментальном изучении турбулентных течений жидкости в плоском канале применяют так называемые индикаторные функции: $\phi_1 = \bar{y} d\bar{u} / d\bar{y}$, $\phi_2 = (\bar{y} / \bar{u})(d\bar{u} / d\bar{y})$, где $\bar{u} = u / u_1$, $\bar{y} = y / y_1$ – безразмерные скорость и координата. Физический смысл индикаторов в том, что если $\phi_1 = \text{const}$, то профиль скорости логарифмический; если $\phi_2 = \text{const}$, то профиль скорости степенной. В данной работе получен тригонометрический профиль, для которого индикаторная функция есть $\phi_3 = (d\bar{u} / d\bar{y}) / (1 + \bar{u}^2) = 1$. Такой профиль скорости формируется под воздействием нелинейной внешней силы трения, он существенным образом отличается во всех своих точках от логарифмического и степенного законов. В ньютоновской жидкости для изобарического течения Куэтта диффузионная скорость движения вихря генерируется внешним сопротивлением течению и направлена от подвижной стенки к неподвижной.

Неизотермическое течение. Установлено, что тригонометрическому профилю скорости соответствует индикатор теплового потока $\phi_4 = \bar{q} / (\bar{u}\bar{\tau}) = -2$, где $\bar{\tau}, \bar{q}$ – безразмерные температура и удельный тепловой поток. Для течения Куэтта детально изучено производство энтропии $\sigma = \sigma(u_{11})$ как функции безразмерного параметра u_{11} , который несет информацию о соотношении между кинетической и внутренней тепловой энергиями. Выполнен сопоставительный анализ свойств течения для g и l типов сопротивления. Построено периодическое течение, которое есть результат конкурентного взаимодействия силы трения (сток импульса) и источника импульса. В структуре этого решения важная роль принадлежит линиям неподвижности ($u = 0$) и линиям нулевой завихренности ($\omega = 0$). Максимум $(\bar{\omega}^2)_{\max}$, $\bar{\omega} = u_1 \omega / u_1$ достигается на той изотерме, где уравниваются сток и источник импульса. Существенно, что $\partial \zeta / \partial T = 0$ именно на линиях $\omega = 0$. Таким образом, знак производной $\partial \zeta / \partial T$ меняется при переходе через линию нулевой завихренности: имеем перемежаемость g и l типов сопротивления. Указаны условия существования/отсутствия перемежаемости типов экстремумов σ_{\min} и σ_{\max} на линиях неподвижности течения. Установлены закономерности влияния частоты колебаний по координате y на производство энтропии. Данная работа является продолжением исследований [1, 2].

Список литературы

1. Шабловский О.Н.// Фундаментальные физ.-мат. проблемы и моделирование технико-технологических систем. Вып. 12. Т. 1. М.: Янус-К. 2009. С. 185-195.
2. Шабловский О.Н.// Вестник Южно-Урал. гос. ун-та. Серия «Математика. Механика. Физика». 2011. Вып. 5. № 32 (249). С. 77-82.

УДК 620.9:662.92; 658.264

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРОДИНАМИКИ ВБЛИЗИ ПЛОСКОЙ СТЕНКИ ПРИ НАБЕГАНИИ ЗАТОПЛЕННОЙ СТРУИ ВЯЗКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ТОПЛИВА

Шамсутдинов Э.В., Вачагина Е.К.

Исследовательский центр проблем энергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Казанского научного центра Российской академии наук, г. Казань

E-mail: eshamsutd.kazan@mail.ru

Представлены результаты численных исследований процессов гидродинамики при набегании затопленной струи мазута о плоскую стенку.